

Рис. 4. Технология применения сопутствующего охлаждения и УЗО

Таким образом, разработанная нами технология сварки, которая заключается в комбинировании сопутствующего охлаждения и ультразвуковой обработки сварного шва позволяет значительно повысить производительность ремонтных работ, улучшить механические свойства сварного соединения и повысить коррозионную стойкость за счет снижения размера зоны термического влияния, снижения уровня сварочных напряжений в сварном шве, повышения прочностных свойств и ударной вязкости в зоне термического влияния.

#### Список литературы:

1. Лившиц Л.С., Хакимов А.Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
2. Эльдарханов А. С. Процессы кристаллизации в поле упругих волн. М.: СП Интербук, 1996. 256 с.

#### МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

С.И. Курнашов, *студент гр. 2БМ74*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел. 8-999-618-89-89

E-mail: kurnashov.sergey@gmail.com

**Аннотация.** Рассматриваются методы постпечатной обработки изделий, полученных методом послойного наплавления полимерного материала. Проведено сравнение микрогеометрии образцов, обработанных различными методами.

**Ключевые слова:** 3D-печать, послойное наплавление, постобработка, микрогеометрия.

FDM (Fused deposition modeling) или послойное наплавление — одна из самых популярных технологий 3D-печати. Изготовление изделий основано на последовательном нанесении слоев полимерного материала [1]. Основным фактором ухудшающим внешний вид и снижающим характеристики прочности готового изделия, является ребристость внешних поверхностей из-за достаточно

низкого разрешения принтера, что приводит к возникновению поверхностных и подповерхностных трещин, а также повышенной шероховатости поверхности [2].

Таким образом, для моделей, изготовленным по технологии FDM, требуется постпечатная обработка. Наряду с требованиями к эстетике, немаловажным фактором в разработке методов сглаживания является прочность напечатанного изделия [3]. Монолитная внешняя оболочка делает изделия менее чувствительными к циклическим нагрузкам, предотвращает расслоение, снижает гигроскопичность.

Существующие методы постпечатной обработки изделий, полученных технологией послойного наплавления можно разделить на термические, химические и механические [4]. Для определения наиболее эффективного из них было проведено исследование, в ходе которого напечатанные образцы подвергались химическому травлению парами ацетона, термическому нагреву, шлифованию и заглаживанию «шпателем» в процессе нанесения слоев расплавленного полимерного материала. В качестве шпателя использовалось сопло Боуден-экструдера печатающей головки со специально разработанным конструктивным элементом. Образцы для исследований были получены технологией послойного наплавления из материала ABS [5], диаметр филамента 3 мм, диаметр сопла 0,2 мм, тип заполнения – Rectilinear 70%, принтер – UpBox+. Размеры образцов – 10x50x5 мм. Результаты проведенного опыта показаны на рисунке 1.

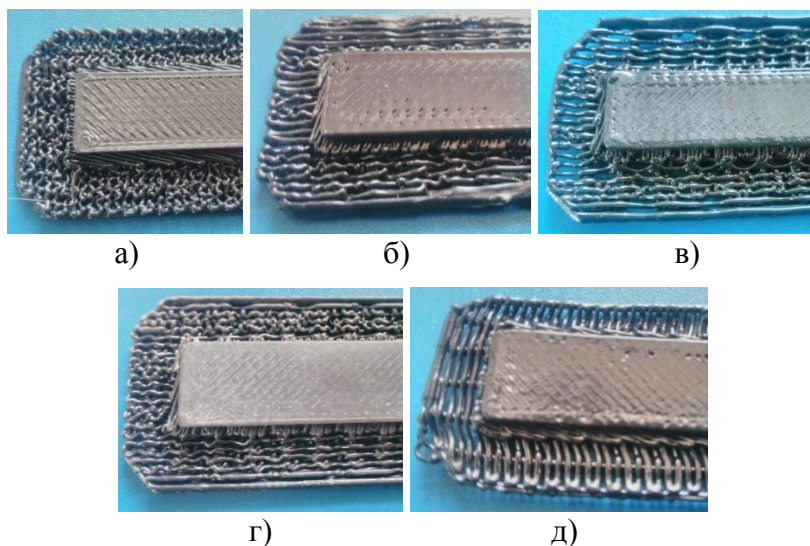


Рисунок 1 – Поверхности опытных образцов, получившиеся в результате постпечатной обработки: а) исходный образец; б) химическое травление; в) термообработка; г) шлифование; в) заглаживание шпателем

Для сравнения микрогеометрии поверхностей образцов, обработанных различными методами, использовался цифровой микроскоп 220xMicroView. Сравнивались снимки поверхностей краевых кромок при увеличении в 40 и 220 крат соответственно (рис. 2 и 3).

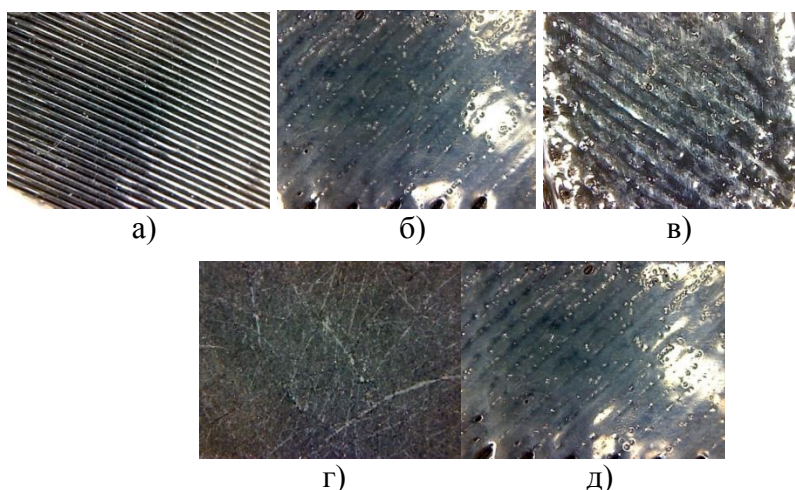


Рисунок 2 – Поверхности опытных образцов при 40-кратном увеличении: а) исходный образец; б) химическое травление; в) термообработка; г) шлифование; в) заглаживание шпателем

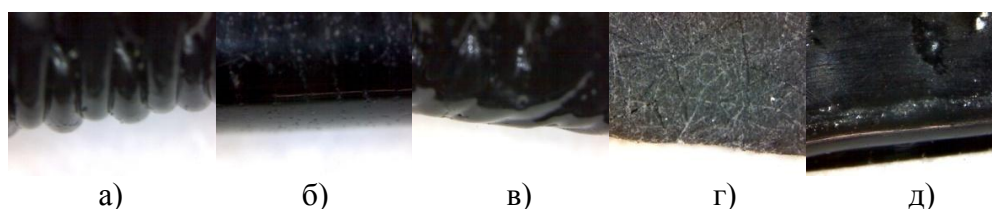


Рисунок 3 – Края поверхностей опытных образцов при 200-кратном увеличении: а) исходный образец; б) химическое травление; в) термообработка; г) шлифование; в) заглаживание шпателем

Анализ качества поверхности образцов, изготовленных из ABS-пластика при помощи технологии 3D-печати методом послойного наплавления, позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом постпечатной обработки является шлифование. Несмотря на это, использование данного метода для обработки деталей сложной геометрической формой является не всегда возможным. Термообработка не дает хороших результатов – регулировать нагревание поверхности достаточно сложно, а это приводит в итоге к вскипанию пластика, проседанию и выделению токсичных паров. Химическое воздействие парами ацетона может применяться для обработки изделий, но также имеет определенный недостаток, заключающийся в технологической сложности процесса, связанной с неконтролируемыми деформациями под действием химической агрессивной среды, приводящей к потере формы. В свете этих факторов механическое заглаживание является наиболее перспективным способом постпечатной обработки. Применение шпателя, как конструктивного элемента сопла печатающей головки позволит повысить качество поверхности детали на стадии ее изготовления в результате непосредственного сглаживания только что нанесенных слоев нити расплавленного ABS-пластика.

#### Список литературы:

1. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении : пособие для инженеров / М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш. – М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

2. The Hybrid Effective Modules of Viscoelastic Composites [Electronic resource] / A. A. Svetashkov [et al.] // Key Engineering Materials : Scientific Journal. — 2017. — Vol. 743 : High Technology: Research and Applications (HTRA 2016). — [P. 217-222]. — Title screen. — Доступ по договору с организацией – держателем ресурса. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.743.21>

3. Modification of polymeric materials for 3D printing of external panels of nanosatellites [Electronic resource] / D. Isaeva [et al.] // MATEC Web of Conferences. — 2017. — Vol. 102 : Space Engineering. — [01022, 5 p.]. — Title screen. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201710201022http://earchive.tpu.ru/handle/11683/37970>

4. Обработка распечатанных 3D-моделей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://3dtoday.ru/wiki/processing\\_models/](http://3dtoday.ru/wiki/processing_models/) (дата обращения 10.04.2017).

5. Материалы для 3D-печати: АБС-пластик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foroffice.ru/articles/73602/> (дата обращения: 10.04.2017).

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПОСОБ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ ДВУХОПОРНОГО СТЕРЖНЯ

Ф.Ю. Кузнецов, аспирант гр. А7-24

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
Тел. 8-961-886-6664  
E-mail: kuznetsov\_f@mail.ru

Вибрационные процессы в технике играют как позитивную, так и негативную роль. В связи с этим возникает проблема адекватного теоретического и экспериментального исследования вибраций конкретных механизмов [1,2,3].

Целью настоящей работы является теоретическое обоснование метода электромагнитной вибродиагностики, позволяющего определить набор собственных поперечных колебаний двухопорного стержня (рис.1).

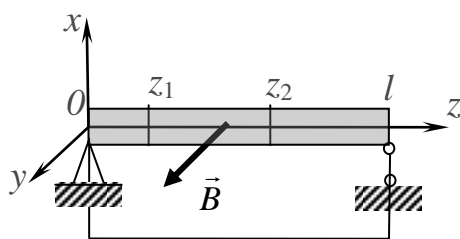


Рис. 1 – Двухопорный стержень в магнитном поле

Такой моделью представляются разнообразные конструкции, применяемые в технике. Для экспериментального определения собственных частот колебаний конструкций обычно

используются пьезоэлектрические вибродатчики. Частоты вибраций

измеряются в одной точке. При этом невозможно определить весь спектр частот системы с распределенными парам

В монографии [4] получено дифференциальное уравнение поперечных

колебаний электропроводного стержня, находящегося во внешнем магнитном поле:

$$EJ \left( \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \beta^* \frac{\partial^5 u}{\partial z^4 \partial t} \right) + m_0 \left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \beta \frac{\partial u}{\partial t} \right) + \frac{\sigma B^2 A}{l} \int_{z_1}^{z_2} \frac{\partial u}{\partial t} dz = 0 \quad (1)$$